# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-086738

(43)Date of publication of application : 30.03.1999

(51)Int.Cl. H01J 11/02
C23C 14/06
C23C 16/26

(21)Application number : 09-241511

(22)Date of filing : 05.09.1997

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(72)Inventor : GOTO YASUYUKI
KURIHARA KAZUAKI

## (54) FLAT DISPLAY PANEL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a drive voltage and suppress aging deterioration by forming a discharge protective layer with a magnesium oxide layer and an island-like diamond formed on it, or forming the discharge protective layer with the magnesium oxide layer and a diamond-like carbon(DLC) layer formed on it.

SOLUTION: A discharge protective layer made of an island-like diamond or the like is provided to insulate and protect a discharge electrode from a discharge space. A magnesium oxide layer is laminated on a substrate, then an island-like diamond or a DLC layer is formed on the magnesium oxide layer. Since the diamond has an island shape, electrons tend to be emitted easily from its tip, and the drive voltage can be reduced further. Since the DLC has characteristics superior in high hardness, low friction property, abrasion resistance, high light permeability, and chemical stability, and aging deterioration can be prevented when it is installed on the discharge space side exposed to plasma.

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号

特開平11－86738

(43)公開日　平成11年(1999)３月30日

| (51)Int.Cl.* | 識別記号 | ＦＩ | |
|---|---|---|---|
| Ｈ０１Ｊ　11/02 | | Ｈ０１Ｊ　11/02 | Ｂ |
| Ｃ２３Ｃ　14/06 | | Ｃ２３Ｃ　14/06 | Ｆ |
| 16/26 | | 16/26 | |

審査請求　未請求　請求項の数５　ＯＬ　（全５頁）

(21)出願番号　特願平9－241511

(22)出願日　平成９年(1997)９月５日

(71)出願人　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号

(72)発明者　後藤　康之
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内

(72)発明者　栗原　和明
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内

(74)代理人　弁理士　野河　信太郎

(54)【発明の名称】　フラットディスプレイパネル

(57)【要約】
【課題】　駆動電圧が低く、経時劣化が抑制された放電保護層を備えたフラットディスプレイパネルを提供することを課題とする。
【解決手段】　放電電極とそれを放電空間から絶縁し保護する放電保護層を備えるパネル構成において、前記放電保護層が、酸化マグネシウム層とその上に形成されたアイランド状のダイヤモンドとからなるか又は、酸化マグネシウム層とその上に形成されたダイヤモンドライクカーボン層とからなる構成であることを特徴とするフラットディスプレイパネルにより上記課題を解決する。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】　放電電極とそれを放電空間から絶縁し保護する放電保護層を備えるパネル構成において、前記放電保護層が、酸化マグネシウム層とその上に形成されたアイランド状のダイヤモンドとからなるか又は、酸化マグネシウム層とその上に形成されたダイヤモンドライクカーボン層とからなる構成であることを特徴とするフラットディスプレイパネル。

【請求項2】　放電電極を放電空間から絶縁し保護するためのダイヤモンドライクカーボン層からなる放電保護層を備えていることを特徴とするフラットディスプレイパネル。

【請求項3】　放電保護層上に、更にアイランド状のダイヤモンドが形成されている請求項2のフラットディスプレイパネル。

【請求項4】　ダイヤモンドライクカーボン層が、$sp^3$ 結合の結晶を主成分として含む請求項1～3のいずれかに記載のフラットディスプレイパネル。

【請求項5】　アイランド状のダイヤモンド及びダイヤモンドライクカーボン層が、CVD法により形成される請求項1～4のいずれかに記載のフラットディスプレイパネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フラットディスプレイパネルに関する。更に詳しくは、本発明は、耐スパッタ性が有り、電子放出特性の良好な放電保護層を備えたフラットディスプレイパネルに関する。

【0002】

【従来の技術】フラットディスプレイパネルとして、一般にプラズマディスプレイパネルが知られているが、このプラズマディスプレイパネルは、一般に、放電空間を挟んで対向する一対の基板、電極、隔壁、蛍光体層、誘電体層、放電保護層及び放電ガス等の構成要素からなる。ここで、放電保護層は、放電時のイオン衝撃による誘電体層、電極等のPDPの構成要素の劣化を防止するために、放電空間と接するように形成されている。従って、放電保護層の材質及び膜質は、表示の安定化、駆動の容易化及び長寿命化等の上で重要な要素である。

【0003】放電保護層の材質としては、一般に酸化マグネシウムが使用されている。酸化マグネシウムは、耐スパッタ性が強い物質であり、かつ二次電子放出係数の大きい（電子親和力が0．5eV前後）、いわゆる高γ物質である。従って、放電保護層に酸化マグネシウムを使用した場合、放電開始電圧が低下し、駆動電圧の許容範囲が広がり、駆動が容易になる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、表示面の大型化と高精細化が進むにつれて消費電力が増大するので、酸化マグネシウムより電子放出係数の大きい（電子親和力の小さい）駆動電圧の低い放電保護層の開発が望まれていた。また、更なる長時間表示を実現するために経時劣化を抑制しうる放電保護層の開発が望まれていた。

2

【0005】

【課題を解決するための手段】かくして本発明によれば、放電電極とそれを放電空間から絶縁し保護する放電保護層を備えるパネル構成において、前記放電保護層が、酸化マグネシウム層とその上に形成されたアイランド状のダイヤモンドとからなるか又は、酸化マグネシウム層とその上に形成されたダイヤモンドライクカーボン層とからなる構成であることを特徴とするフラットディスプレイパネルが提供される。

【0006】更に本発明によれば、放電電極を放電空間から絶縁し保護するためのダイヤモンドライクカーボン層からなる放電保護層を備えていることを特徴とするフラットディスプレイパネルが提供される。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明は、プラズマディスプレイパネル（以下PDP）、プラズマアドレス液晶等に適用することができる。この内、PDPに適用することが好ましい。本発明に使用される基体は、基体の使用分野に応じて適宜選択でき、例えば、シリコン基板、石英基板、ガラス基板等の基板や、これらの基板上に、電極、絶縁膜、誘電体層等の所望の構成物を形成した基体が含まれる。

【0008】次に、放電空間側の基体の表面に放電保護層が形成される。例えば、面放電型のPDPの場合、放電空間側の基体の表面とは、表示側基体の誘電体層を意味する。本発明では、放電保護層は、

①酸化マグネシウム層とその上に形成されたアイランド状のダイヤモンドとからなるか又は、酸化マグネシウム層とその上に形成されたダイヤモンドライクカーボン（以下DLC）層からなるか、或いは

②DLC層からなる。

【0009】まず、①の放電保護層について説明する（図1（a）及び（b））。この場合、基体1上には酸化マグネシウム層2が積層される。酸化マグネシウム層の形成方法は、特に限定されず、CVD法、蒸着法等の公知の方法をいずれも使用することができる。酸化マグネシウム層の厚さは、0．05～100μmの範囲であることが好ましい。また、酸化マグネシウム層はフェイズセンターキュービック型の結晶構造を有していることが好ましい。

【0010】次に、酸化マグネシウム層上にはアイランド状のダイヤモンド3（図1（a））又はDLC層4（図1（b））が形成される。まず、アイランド状のダイヤモンドの個々の形状は、高さ0．01～100μm、直径0．01～100μmであることが好ましく、このダイヤモンドが$10^4$ ～$10^{12}$個／$cm^2$ 存在して

いることが好ましい。ここで、ダイヤモンドは、電子親和力が－０．７ｅＶ程度と、酸化マグネシウムと比べて低いため、それだけ電子を放出しやすい性質を有している。更に、ダイヤモンドがアイランド状であるため、その先端から更に電子が放出されやすくなり、駆動電圧をより低減することができる作用も有する。

【００１１】アイランド状のダイヤモンドの形成方法としては、当該分野で公知の方法をいずれも使用することができる。例えば、ＥＣＲマイクロ波プラズマＣＶＤ法、マイクロ波プラズマＣＶＤ法、熱フィラメントＣＶＤ法等が挙げられる。これらのＣＶＤ法に使用する原料ガスとしては、メタン、アセチレン、アセトン、メタノール、エタノール、ＣＯ等の炭素原料ガスと水素ガスとの混合ガスが好ましい。更に、炭素原料ガス／水素ガス＝１０％（体積比）以下、好ましくは０．０５～３％とすることにより、形成されるダイヤモンドを（１１１）配向とすることができる。この（１１１）配向のダイヤモンドを使用すれば、更に電子を放出しやすくすることができるので、駆動電圧をより低減することができる。

【００１２】一方、ＤＬＣは、アモルファス状のカーボンとも称されており、例えばJ.Vac.Sci.Technol.A５(6),Nov/Dec 1987の3287～3312にＤＬＣの製造方法とそれを磁気記録媒体の保護層として使用することが記載されている。このＤＬＣは、高硬度、低摩擦性、耐磨耗性、高光透過性、化学的安定性等の優れた特性をもつため、フラットディスプレイパネルのプラズマに晒される放電空間側に設置することにより、フラットディスプレイパネルが経時劣化することを防ぐことができる。ＤＬＣ層の厚さは、０．００１～１０$\mu$ｍであることが好ましい。また、ＤＬＣ層中には$sp^3$結合の結晶が主成分として含まれていることが好ましい。ここで、主成分とは、少なくとも５０重量％以上を意味し、好ましくは６０重量％以上を意味する。また、窒素等の不純物を１重量％以下の割合で含んでいてもよい。

【００１３】ＤＬＣの形成方法としては、当該分野で公知の方法をいずれも使用することができる。例えば、イオンビーム蒸着法等の蒸着法、ＤＣマグネトロンスパッタ法等のスパッタ法、プラズマ源として熱フィラメント、ＲＦ、ＥＣＲ電源等を使用したプラズマＣＶＤ法等が挙げられる。なお、ＤＬＣ層上に、更にアイランド状のダイヤモンドを形成してもよい。

【００１４】次に、②の放電保護層について説明する（図２）。この場合、基体１上には酸化マグネシウム層の代わりにＤＬＣ層５が放電保護層として形成される。ＤＬＣ層の厚さ、製造方法等は、上記①の場合と同じ条件とすることができる。また、ＤＬＣ層上に、更にアイランド状のダイヤモンドを形成してもよい。次に、本発明の放電保護層のフラットパネルディスプレイへの適用例を以下に示す。以下では、フラットパネルディスプレイとして、ＰＤＰを例として説明するが、これに限定されるものではない。



【００１５】図３は、本発明を好適に使用することができるＰＤＰの一例を示す図である。なお、図３の構成は一例であり、本発明はこれに限定されることはない、ＡＣ型、ＤＣ型等どのような形式のＰＤＰにも適用することができる。図３は、一般的な間接放電形式（ＡＣ型）の面放電型ＰＤＰの一画素に対応する概略斜視図であり、蛍光体層の配置形態による分類では、反射型に属し、かつ３電極構造のＰＤＰを示している。

【００１６】図３のＰＤＰ１１は、一対の基板１２と１５が対向して配置されている。基板としては、ガラス基板、石英基板、シリコン基板等を使用することができる。基板１２には、一対の表示電極（サスティン電極）ＸとＹが平行に形成され、表示電極ＸとＹを覆うように基板１２上に壁電極によって放電を維持する交流（ＡＣ）駆動用の誘電体層１３が形成され、更に誘電体層１３上に放電保護層１４が形成されている。誘電体層は、一般に低融点ガラスペーストを塗布・焼成することにより形成することができる。この放電保護層は、上記で説明したように酸化マグネシウム層とアイランド状のダイヤモンド又はＤＬＣ層からなるか、或いはＤＬＣ層からなる。

【００１７】一方、基板１５には、平面的に見て表示電極ＸとＹに直交する位置に複数のストライプ状のアドレス電極Ａが形成され、該アドレス電極Ａを覆うように基板１５上に誘電体層１６が積層されている。ここでアドレス電極は、Ａｇ、Ａｕ、Ａｌ、Ｃｕ、Ｃｒ及びそれらの積層体（例えばＣｒ／Ｃｕ／Ｃｒ）等から構成され、スパッタ法、蒸着法等の成膜法とエッチング法を組み合わせることにより、所望本数、厚さ、幅及び間隔で形成することができる。

【００１８】更に、隣接するアドレス電極Ａ間かつ該アドレス電極Ａと平行になるように複数のストライプ状の隔壁１７が形成されている。隔壁１７は、上記本発明のパターン形成方法により形成することができる。次いで、隣接する隔壁１７の側面及びアドレス電極Ａ上には蛍光体層１８が形成されている。本発明では基板１５、アドレス電極Ａ、誘電体層１６、隔壁１７及び蛍光体層１８が、上記基体に対応する。

【００１９】次に、１９は放電空間を示し、表示電極ＸとＹの延伸方向に単位発光領域（以下ＥＵ）毎に区画され、かつその間隙寸法が規定されている。なお、放電空間１９には、所望の放電ガスが封入されている。ＰＤＰ１１は、図３のように１つの画素ＥＧに対応する３つのＥＵのそれぞれにおいて、表示電極Ｙとアドレス電極Ａとの交差部に表示又は非表示を選択するための選択放電セルが確定されている。また、表示電極ＸとＹの間に主放電セルが確定されている。

【００２０】ここで、蛍光体層１８は、面放電により生じるイオンによる衝撃を避けるために、表示電極ＸとＹ

と反対側の基板１５上の隔壁１７間に設けられている。この蛍光体層１８は、一般に、主放電セルの面放電により生じる真空紫外線を可視光に変換することによって発光する。蛍光体層１８で発光した光は、誘電体層１３及び基板１２を透過して外部へ射出される。つまり、ＰＤＰ１１では、基板１２の外面が表示面Ｄとなる。

【００２１】表示電極ＸとＹは、蛍光体層１８に対して表示面Ｄ側に配置されるので、面放電を広範囲とし、かつ表示光の遮光を最小限とするために、幅の広い透明導電膜２０とその導電性を補うための幅の狭い金属膜（バス電極）２１とから構成されている。透明導電膜は、例えばＩＴＯ（酸化インジウム＋酸化スズ）やネサ（酸化スズ）等の酸化金属から構成され、蒸着等の成膜法とエッチング法を組み合わせることにより、所望の本数、厚さ、幅及び間隔で形成することができる。一方、バス電極は、Ａｇ、Ａｕ、Ａｌ、Ｃｕ、Ｃｒ及びそれらの積層体（例えばＣｒ／Ｃｕ／Ｃｒ）等から構成され、スパッタ法、蒸着法等の成膜法とエッチング法を組み合わせることにより、所望本数、厚さ、幅及び間隔で形成することができる。

【００２２】上記のようにＰＤＰ１１は表示電極ＸとＹを覆い、放電を維持するための誘電体層１３をもつ基板１２（表示側基板）と、放電空間１９を区画するための隔壁１７をもつ基板１５（背面基板）の２枚の基板を貼り合わせることにより構成されている。

【００２３】

【実施例】

実施例１及び比較例１

まず、ガラス基板１２上に一対の表示電極ＸとＹを形成した。表示電極ＸとＹは、それぞれＩＴＯからなる透明導電膜２０とＣｒ／Ｃｕ／Ｃｒの積層体からなる金属膜２１との積層体である。次いで、表示電極ＸとＹが形成されたガラス基板１２上に５０μｍの低融点ガラスからなる誘電体層１３を積層した。更に、誘電体層上に酸化マグネシウム層を積層した。

【００２４】この後、ＤＣマグネトロンスパッタ法により酸化マグネシウム層上に２０ｎｍのＤＬＣ層を積層した。なお、ＤＬＣ層の積層条件は、積層温度を室温、スパッタ用ターゲットをグラファイトの焼結体、スパッタガスをＡｒガス、パワー密度を０．２５Ｗ／ｃｍ$^2$ とした。このＤＬＣ層をラマン分光法で調べたところ、ｓｐ$^3$ 結合の結晶が約６０重量％含まれていることが判った。

【００２５】上記方法により放電保護層１４が、酸化マグネシウム層とＤＬＣ層の積層体からなるＰＤＰの表示側基板を形成することができた。次に、ガラス基板１５上にＣｒ／Ｃｕ／Ｃｒの積層体からなるアドレス電極Ａを形成した。次いで、アドレス電極Ａが形成されたガラス基板上に５０μｍの低融点ガラスからなる誘電体層１６を積層した。この誘電体層１６上に隔壁材料層を積層し、サンドブラスト法によりパターニングした後、熱処理を施すことにより硬化させて隔壁１７を形成した。次いで、隔壁１７の側壁及び隔壁間の誘電体層１６上に蛍光体層１８を形成することにより背面基板を形成することができた。



【００２６】表示電極ＸとＹと、アドレス電極Ａとが直交するように表示側基板と背面基板を貼り合わせ、放電空間１９に放電ガスを封入することにより図４に示す如きＰＤＰ１１を製造することができた。なお、比較例１として、放電保護層としてＤＬＣ層を形成していない、即ち酸化マグネシウム層のみのＰＤＰも同時に製造した。

【００２７】実施例１と比較例１のＰＤＰを駆動した場合、実施例１のＰＤＰは比較例１のＰＤＰの０．９倍の駆動電圧で動作させることができた。実施例１のＰＤＰの駆動電圧が低減したのは、ＤＬＣ層が電子親和力が小さく、電子を放出しやすいため、より低い電圧でプラズマ発光に必要な二次電子を放出できたためであると考えられる。

【００２８】なお、ＤＬＣ層を６０ｎｍとすること以外は、実施例１と同様にして形成したＰＤＰでも、比較例１のＰＤＰの０．９倍の駆動電圧で動作させることができた。

実施例２

ＤＬＣ層の代わりに、以下の方法でアイランド状のダイヤモンドを酸化マグネシウム層上に形成すること以外は、実施例１と同様にしてＰＤＰを製造した。

【００２９】アイランド状のダイヤモンドは、ＥＣＲマイクロ波プラズマＣＶＤ法により、個々のダイヤモンドが直径約１μｍ、高さ約０．５μｍであり、$10^8$ 個／ｃｍ$^2$ の密度を有していた。なお、アイランド状のダイヤモンドは、図４に示す装置を使用して形成した。図４中、参照番号３１はマグネトロン、３２は反応ガス導入経路、３３はマグネットコイル、３４はプラズマ発生室、３５は基体、３６は基体搬送機構を意味している。

【００３０】形成されたアイランド状のダイヤモンドをラマン分光法で調べたところ、アモルファス成分が含まれておらず、ダイヤモンド成分のみで形成されていることが判った。また、基板を純水中に浸漬し、超音波により洗浄してもアイランド状のダイヤモンドの脱落は、全く観察されなかった。実施例２と比較例１のＰＤＰを駆動した場合、実施例１のＰＤＰは比較例１のＰＤＰの０．８５倍の駆動電圧で動作させることができた。実施例１のＰＤＰの駆動電圧が低減したのは、アイランド状のダイヤモンドの先端が鋭角になっており、この部分に電界が集中しやすいためであると考えられる。また、ダイヤモンド自体が電子親和力が小さく、電子を放出しやすいため、より低い電圧でプラズマ発光に必要な二次電子を放出できたためであると考えられる。

【００３１】

【発明の効果】本発明によれば、放電空間に接する側にＤＬＣ層又はアイランド状のダイヤモンドが形成されているため、駆動電圧を低減することができると共に、放電保護層の経時劣化が抑制されたフラットディスプレイパネルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明のフラットディスプレイパネルの要部の概略断面図である。

【図２】本発明のフラットディスプレイパネルの要部の概略断面図である。

【図３】本発明のＰＤＰの概略斜視図である。

【図４】アイランド状のダイヤモンドの形成装置の概略図である。

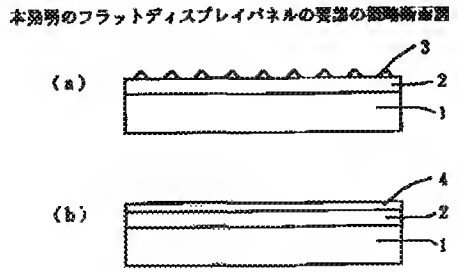
【符号の説明】

１　基体
２　酸化マグネシウム層
３　アイランド状のダイヤモンド
４、５　ＤＬＣ層

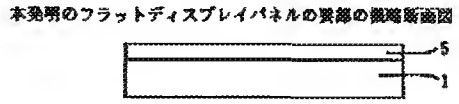


１１　ＰＤＰ
１２、１５　基板
１３、１６　誘電体層
１４　放電保護層
１７　隔壁
１８　蛍光体層
１９　放電空間
２０　透明導電膜
２１　金属膜
３１　マグネトロン
３２　反応ガス導入経路
３３　マグネットコイル
３４　プラズマ発生室
３５　基体
３６　基体搬送機構
Ａ　アドレス電極
Ｄ　表示面
Ｘ、Ｙ　表示電極

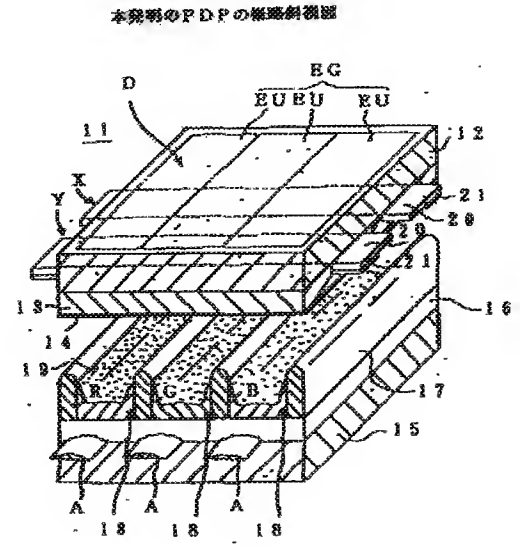
【図１】



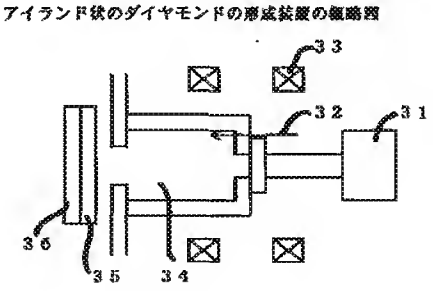

【図２】




【図３】




【図４】



* NOTICES *



1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Field of the Invention]This invention relates to a flat display panel. In detail, this invention has sputtering-proof nature and relates to the flat display panel provided with the discharge protective layer with a good electron emission characteristic.
[0002]
[Description of the Prior Art]Although the plasma display panel is generally known as a flat display panel, generally this plasma display panel consists of components, such as the substrate of the couple which counters across discharge space, an electrode, a septum, a fluorescent substance layer, a dielectric layer, a discharge protective layer, and discharge gas. Here, in order to prevent degradation of the component of PDP(s), such as a dielectric layer by the ion bombardment at the time of discharge, and an electrode, the discharge protective layer is formed so that discharge space may be touched. Therefore, the construction material and membraneous quality of a discharge protective layer are an element important on stabilization of a display, facilitating of a drive, reinforcement, etc.
[0003]Generally as construction material of a discharge protective layer, magnesium oxide is used. Magnesium oxide is a substance with strong sputtering-proof nature.
And it is what is called a high gamma substance with a large (electron affinity is around 0.5 eV) secondary emission coefficient.
Therefore, when magnesium oxide is used for a discharge protective layer, firing potential falls, the tolerance level of driver voltage spreads, and a drive becomes easy.
[0004]
[Problem to be solved by the invention]However, since power consumption increased as enlargement and highly-minute-izing of the display surface progressed, development of the low discharge protective layer of driver voltage with a larger (electron affinity is small) electron

emission coefficient than magnesium oxide was desired. In order to realize the further prolonged display, development of the discharge protective layer which can control degradation with the passage of time was desired.

[0005]

[Means for solving problem]In the panel structure which is provided with a discharge electrode and the discharge protective layer which insulates and protects it from discharge space in this way according to this invention, A flat display panel, wherein said discharge protective layer is the composition which consists of a magnesium oxide layer and a diamond of the shape of an island formed on it, or consists of a magnesium oxide layer and a diamond like carbon layer formed on it is provided.

[0006]According to this invention, a flat display panel provided with the discharge protective layer which consists of a diamond like carbon layer for insulating and protecting a discharge electrode from discharge space is provided.

[0007]

[Mode for carrying out the invention]This invention is applicable to a plasma display panel (henceforth, PDP), plasma address liquid crystal, etc. Among this, applying to PDP is preferred. the base substance which could choose suitably the base substance used for this invention according to the use field of a base substance, for example, formed the structure of the request of an electrode, an insulator layer, a dielectric layer, etc. on substrates, such as a silicon substrate, a quartz substrate, and a glass substrate, and these substrates is contained.

[0008]Next, a discharge protective layer is formed in the surface of the base substance by the side of discharge space. For example, in plane discharge type PDP, the surface of the base substance by the side of discharge space means the dielectric layer of the display side base substance. In this invention, a discharge protective layer consists of a ** magnesium oxide layer and a diamond of the shape of an island formed on it, consists of a magnesium oxide layer and a diamond like carbon (following DLC) layer formed on it, or consists of a ** DLC layer.

[0009]First, the discharge protective layer of ** is explained (drawing 1 (a) and (b)). In this case, the magnesium oxide layer 2 is laminated on the base substance 1. The formation method in particular of a magnesium oxide layer is not limited, but each publicly known method, such as a CVD method and vacuum deposition, can be used for it. As for the thickness of a magnesium oxide layer, it is preferred that it is the range of 0.05-100 micrometers. As for a magnesium oxide layer, it is preferred to have a phase center cubic type crystal structure.

[0010]Next, on a magnesium oxide layer, island-like the diamond 3 (drawing 1 (a)) or DLC layer 4 (drawing 1 (b)) is formed. first -- as for each form of an island-like diamond, it is preferred that they are 0.01-100 micrometers in height and 0.01-100 micrometers in diameter -

- this diamond -- 10 -- it is preferred to do a $^{4}$-$10^{12}$ individual / $cm^{2}$ existence of. Here, a diamond has the character in which electron affinity is so apt to emit electrons since it is low about -0.7eV and compared with magnesium oxide. Since a diamond is an island-like, electrons become is further easy to be emitted from the tip, and it also has an operation which can reduce driver voltage more.

[0011]As a formation method of an island-like diamond, each publicly known method can be used in the field concerned. For example, an ECR microwave plasma CVD method, a microwave plasma CVD method, a hot filament CVD method, etc. are mentioned. As material gas used for these CVD methods, the mixed gas of carbon raw material gas, such as methane, acetylene, acetone, methanol, ethanol, and CO, and hydrogen gas is preferred. The diamond formed can be made into orientation (111) by considering it as 0.05 to 3% preferably carbon raw material gas / hydrogen gas =below 10% (volume ratio). If the diamond of this (111) orientation is used, and also since electrons can be made easy to emit, driver voltage can be reduced more.

[0012]On the other hand, it is also called amorphous-like carbon, for example, DLC is J.Vac.Sci.Technol.A 5. Using the manufacturing method of DLC and it for 3287-3312 of (6) and Nov/Dec 1987 as a protective layer of a magnetic recording medium is indicated. Since this DLC has the outstanding characteristics, such as higher hardness, low friction nature, abrasion resistance, the Takamitsu permeability, and chemical stability, it can prevent a flat display panel carrying out degradation with the passage of time by installing in the discharge space side exposed to the plasma of a flat display panel. As for the thickness of a DLC layer, it is preferred that it is 0.001-10 micrometers. It is preferred that the crystal of $sp^{3}$ combination is included as the main ingredients in a DLC layer. Here, the main ingredients mean at least 50 weight % or more, and mean 60 weight % or more preferably. Impurities, such as nitrogen, may be included at 1 or less weight % of a rate.

[0013]As a formation method of DLC, each publicly known method can be used in the field concerned. For example, sputtering methods, such as vacuum deposition, such as an ion-beam-deposition method, and the DC magnetron sputtering method, the plasma CVD method which uses a hot filament, RF, an ECR power supply, etc. as a plasma source, etc. are mentioned. An island-like diamond may be further formed on a DLC layer.

[0014]Next, the discharge protective layer of ** is explained (drawing 2). In this case, on the base substance 1, DLC layer 5 is formed as a discharge protective layer instead of a magnesium oxide layer. The thickness of a DLC layer, a manufacturing method, etc. can be made into the same conditions as the case of the above-mentioned **. An island-like diamond may be further formed on a DLC layer. Next, the example of application to the flat-panel display of the discharge protective layer of this invention is shown below. Below, although PDP is explained as an example as a flat-panel display, it is not limited to this.

[0015]Drawing 3 is a figure showing an example of PDP which can use this invention conveniently. The composition of drawing 3 is an example and this invention can be applied to PDP of any forms, such as AC type, DC type, etc. which are not limited to this. Drawing 3 is an outline perspective view corresponding to the stroke matter of plane discharge type PDP of a general indirect discharge form (AC type), according to the classification by the arrangement forms of a fluorescent substance layer, belongs to a reflection type and shows PDP of 3 electrode structures.

[0016]The substrates 12 and 15 of a couple counter and PDP11 of drawing 3 is arranged. As a substrate, a glass substrate, a quartz substrate, a silicon substrate, etc. can be used. The display electrodes (sustaining electrode) X and Y of a couple are formed in the substrate 12 in parallel, the dielectric layer 13 for an exchange (AC) drive which maintains discharge by a wall electrode is formed on the substrate 12 so that the display electrode X and Y may be covered, and also the discharge protective layer 14 is formed on the dielectric layer 13. A dielectric layer can be formed by generally applying and calcinating low melting point glass paste. As explained above, this discharge protective layer consists of the diamond or DLC layer of a magnesium oxide layer and the shape of an island, or consists of DLC layers.

[0017]Address electrode A of two or more stripe shape is formed in the position which sees superficially to the substrate 15 and intersects perpendicularly with the display electrode X and Y on the other hand, and the dielectric layer 16 is laminated on the substrate 15 so that this address electrode A may be covered. An address electrode can be formed at intervals of a desired number, thickness, and width here by comprising Ag, Au, aluminum, Cu, Cr(s), those layered products (for example, Cr/Cu/Cr), etc., and combining the forming-membranes method and etching methods, such as a sputtering method and vacuum deposition.

[0018]The septum 17 of two or more stripe shape is formed so that it may become parallel to between [ the adjoining address electrodes A ] and this address electrode A. The septum 17 can be formed with the pattern formation method of above-mentioned this invention. Subsequently, the fluorescent substance layer 18 is formed on the side of the adjoining septum 17, and address electrode A. In this invention, the substrate 15, address electrode A, the dielectric layer 16, the septum 17, and the fluorescent substance layer 18 correspond to the above-mentioned base substance.

[0019]Next, 19 shows discharge space, and is divided in the extension direction of the display electrode X and Y at every unit luminous region (henceforth, EU), and the gap size is specified. Desired discharge gas is enclosed with the discharge space 19. The selection-discharges cell for PDP11 to choose a display or un-displaying as the intersection of the display electrode Y and address electrode A in three each of EU corresponding to the one pixel EG like drawing 3 is decided. The main stroke cell is decided between the display electrode X and Y.

[0020]Here, the fluorescent substance layer 18 is formed between the septa 17 on the substrate 15 of the display electrode X, Y, and an opposite hand, in order to avoid the shock by the ion produced by plane discharge. This fluorescent substance layer 18 emits light by generally changing into visible light the vacuum ultraviolet rays produced by the plane discharge of a main stroke cell. The light which emitted light by the fluorescent substance layer 18 penetrates the dielectric layer 13 and the substrate 12, and is ejected outside. That is, in PDP11, the outside surface of the substrate 12 turns into the display surface D.

[0021]The display electrode X and Y comprise the metal membrane 21 with narrow width for compensating the wide transparent conducting film 20 and its conductivity (bus electrode), in order to make plane discharge wide range and to make protection from light of display light into the minimum, since it is arranged to the fluorescent substance layer 18 at the display surface D side. A transparent conducting film can be formed at intervals of a desired number, thickness, and width by comprising metal oxide, such as ITO (indium oxide + tin oxide) and Nesa (tin oxide), for example, and combining the forming-membranes method and etching methods, such as vacuum evaporation. On the other hand, a bus electrode can be formed at intervals of a desired number, thickness, and width by comprising Ag, Au, aluminum, Cu, Cr(s), those layered products (for example, Cr/Cu/Cr), etc., and combining the forming-membranes method and etching methods, such as a sputtering method and vacuum deposition.

[0022]As mentioned above, PDP11 covers the display electrode X and Y and is constituted by pasting together two substrates, the substrate 12 (display side board) with the dielectric layer 13 for maintaining discharge, and the substrate 15 (back substrate) with the septum 17 for dividing the discharge space 19.

[0023]

[Working example]

Embodiment 1 and the comparative example 1 -- the display electrode X of a couple and Y were first formed on the glass substrate 12. The display electrode X and Y are layered products with the metal membrane 21 which consists of a layered product of the transparent conducting film 20 which consists of ITO(s), respectively, and Cr/Cu/Cr. Subsequently, the dielectric layer 13 which consists of 50-micrometer low melting glass on the display electrode X and the glass substrate 12 in which Y was formed was laminated. The magnesium oxide layer was laminated on the dielectric layer.

[0024]Then, a 20-nm DLC layer was laminated on the magnesium oxide layer by the DC magnetron sputtering method. The lamination conditions of the DLC layer made the sintered compact of graphite, and sputtering gas Ar gas, and made [ lamination temperature ] power density 0.25W[/cm ] $^2$ for the room temperature and the target for sputterings. When this DLC layer was investigated by Raman spectroscopy, it turned out that the crystal of $sp^3$ combination is included about 60weight %.

[0025]The display side board of PDP which the discharge protective layer 14 becomes from the layered product of a magnesium oxide layer and a DLC layer with a described method was able to be formed. Next, address electrode A which consists of a layered product of Cr/Cu/Cr was formed on the glass substrate 15. Subsequently, the dielectric layer 16 which consists of 50-micrometer low melting glass on the glass substrate in which address electrode A was formed was laminated. After laminating the bulkhead material layer and patterning by the sandblasting method on this dielectric layer 16, it was made to harden by performing heat treatment, and the septum 17 was formed. Subsequently, the back substrate was able to be formed by forming the fluorescent substance layer 18 on the dielectric layer 16 between the side attachment wall of the septum 17, and a septum.

[0026]The display side board and the back substrate were able to be pasted together so that the display electrode X, Y, and address electrode A might intersect perpendicularly, and **** PDP11 shown in drawing 4 was able to be manufactured by enclosing discharge gas with the discharge space 19. As the comparative example 1, the DLC layer was not formed as a discharge protective layer, i.e., PDP of only a magnesium oxide layer was also manufactured simultaneously.

[0027]When PDP of Embodiment 1 and the comparative example 1 was driven, PDP of Embodiment 1 was able to be operated by 0.9 time as much driver voltage as PDP of the comparative example 1. It is thought that the driver voltage of PDP of Embodiment 1 decreased because the secondary electron required for plasma emission on lower voltage was emitted in order that electron affinity of a DLC layer might be small and it might tend to have emitted electrons.

[0028]It was able to be made to operate also by PDP formed like Embodiment 1 by 0.9 time as much driver voltage as PDP of the comparative example 1 except a DLC layer being 60 nm. Instead of the embodiment 2DLC layer, PDP was manufactured like Embodiment 1 except forming an island-like diamond on a magnesium oxide layer by the following methods.

[0029]Each diamonds of an island-like diamond are about 1 micrometer in diameter, and about 0.5 micrometer in height by an ECR microwave plasma CVD method.

It had the density of a $10^8$ individual / $cm^2$.

An island-like diamond was formed using equipment shown in drawing 4. the inside of drawing 4, and the reference number 31 -- a magnetron and 32, as for a reactant gas introductory route and 33, a magnetic coil and 34 mean a plasma generating chamber, 35 means a base substance, and 36 means a base substance conveyer style.

[0030]When a diamond of the shape of a formed island was investigated by Raman spectroscopy, an amorphous ingredient was not contained but it turned out that it is formed only of a diamond ingredient. A substrate was immersed into pure water, and even if an ultrasonic wave washed, omission of an island-like diamond were not observed at all. When

PDP of Embodiment 2 and the comparative example 1 was driven, PDP of Embodiment 1 was able to be operated by 0.85 time as much driver voltage as PDP of the comparative example 1. A tip of an island-like diamond of driver voltage of PDP of Embodiment 1 is having decreased an acute angle.

It is thought that it is easy to concentrate electric field on this portion.

In order that the diamond itself may have small electron affinity and it may tend to emit electrons, it is thought that it is because a secondary electron required for plasma emission on lower voltage was emitted.

[0031]

[Effect of the Invention]According to this invention, since the diamond of a DLC layer or the shape of an island is formed in the side which touches discharge space, driver voltage can be reduced, and the flat display panel in which degradation of the discharge protective layer with the passage of time was controlled can be provided.

---

[Translation done.]